COMPACT disc DIGITAL AUDIO

HET SYSTEEM





PHILIPS

DE VOORDELEN VAN COMPACT DISC DIGITAL AUDIO

SYSTEEM

- Een nieuwe, zeer hoge kwaliteitsnorm voor geluidsweergave
- Effectieve bescherming tegen stof en krassen
- Slijtage van plaat of uitleeskop is uitgesloten
- Gemakkelijk en veelzijdig in gebruik
- Aan te sluiten op bestaande HiFi-apparatuur.
- Ononderbroken speelduur van max. 60 minuten stereo-geluid

GELUID

- Sterk verbeterde signaal/ruisverhouding
- Weergave van het volledige, hoorbare frequentiegebied
- Te verwaarlozen vervorming
- Volledige kanaalscheiding
- Stoorgeluiden totaal afwezig
- Ongevoelig voor meezingen, schokken en trillingen
- Geen geleidelijke achteruitgang van geluidskwaliteit

PHILIPS



DE AUDIO REVOLUTIE

De technologie van geluidsweergave is in de loop der jaren met sprongen vooruit gegaan. De komst van het Compact Disc digitale Audio-systeem stelt echter alles sinds de uitvinding van de fonograaf door Edison volledig in de schaduw.

Wat is Compact Disc?

Een plaatje met een doorsnee van slechts 12 cm, eenzijdig afspeelbaar, met een ononderbroken speelduur van max. een vol uur.

De speelzijde van de plaat is hoogglanzend zilverkleurig.

Groeven zijn er niet. De digitaal gecodeerde opname ligt onder het oppervlak van de plaat, onkwetsbaar voor stof en beschadigingen.

De opname wordt optisch uitgelezen door een laserstraal. Slijtage van plaat en laser zijn uitgesloten.

De geluidskwaliteit overtreft alles wat tot dusverre is gepresteerd. Het digitaal geregistreerde audiosignaal is immers vrijwel identiek aan de oorspronkelijke „live" opname.

De signaal/ruisverhouding (dynamisch bereik*) is aanzienlijk groter dan die van elk ander weergavesysteem tot dusver.

De kanaalscheiding is volledig.

Rumble en jengel zijn volstrekt afwezig.

De Compact Disc speler kan worden aangesloten op elk HiFi-systeem, even simpel als elke andere HiFi-geluidsbron.

Deze speler is vrijwel ongevoelig voor trillingen en stoten, en is een voorbeeld van geavanceerd bedieningscomfort.

Met Compact Disc gaat een lang gekoesterde wens in vervulling: een weergave die het volmaakte evenbeeld is van de oorspronkelijke opname.

COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO

„Het dynamisch bereik van „live" muziek wordt niet meer beïnvloed door het Compact Disc systeem. Zelfs extreem grote geluidspieken worden feilloos door dit systeem verwerkt.

HET DIGITALE CONCEPT

De vraag is: waarom een digitaal systeem? Welke voordelen heeft dit boven de gebruikelijke systemen, meestal als analoog aangeduid? Waarin zit het verschil? Een eenvoudig voorbeeld maakt een en ander duidelijk.

Een wegenkaart is een analoog systeem. Hierop zijn de afstanden te zien tussen de verschillende plaatsen en hun ligging onderling. Op een kaart van Nederland bij voorbeeld, kan de afstand tussen Eindhoven en Amsterdam worden opgemeten in centimeters. De werkelijke afstand in kilometers laat zich vervolgens betrekkelijk eenvoudig met behulp van de schaalfactor berekenen.

Dezelfde afstand kan ook worden gevonden door het optellen van de aangegeven afstanden langs de wegen van Eindhoven naar Amsterdam, numeriek (d.i. digitaal) uitgedrukt in kilometers.

Bij het opmeten van de kaart zelf krijgen we een getal, dat niet alleen afhankelijk is van de nauwkeurigheid van de kaart, maar ook van de nauwkeurigheid waarmee het opmeten gebeurt. Tellen we daarentegen de aantallen kilometers op, dan is de uitkomst altijd een exact cijfer.

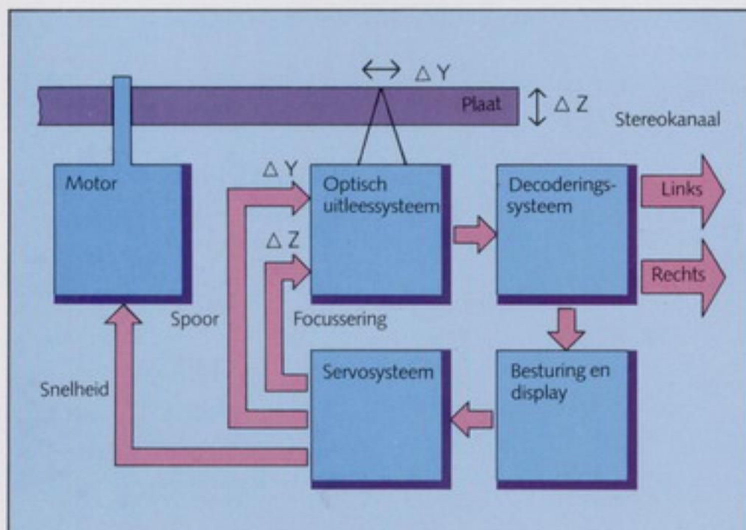
Omdat analoge systemen gebruik maken van fysische grootheden, zijn ze altijd onderhevig aan fysische veranderingen, die per definitie afwijkingen ten gevolge hebben.

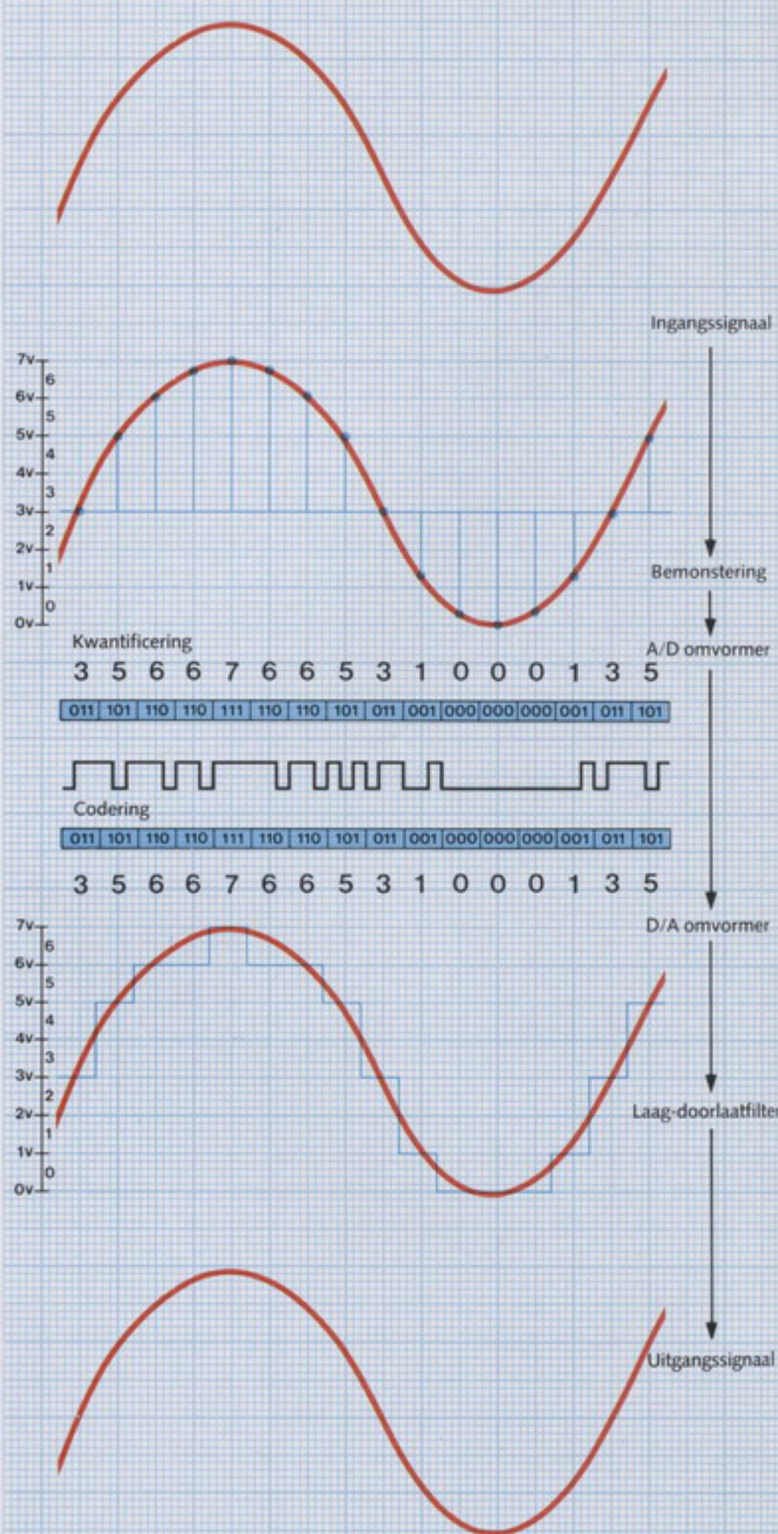
Digitale systemen werken uitsluitend met getallen, die niet onderhevig zijn aan fysische veranderingen. Zolang de getallen onveranderd blijven, is volledige nauwkeurigheid het essentiële kenmerk van alle digitale systemen.

Computers zijn een uitstekend voorbeeld van digitale systemen, die volledig in ons dagelijkse leven zijn ingeburgerd. Hierin worden getallen bewerkt bij extreem hoge snelheid en met vrijwel volmaakte nauwkeurigheid.

Zakrekenmachines en kwartshorloges zijn in feite ook digitale systemen, die ons totaal nieuwe maatstaven van nauwkeurigheid en gebruikswaarde hebben gebracht.

Compact Disc Digital Audio.
De speler in eenvoudige schematische vorm.
Een elektrische precisiemotor drijft de Compact Disc aan. Met de zeer scherpe punt van de laserstraal wordt de digitaal gecodeerde informatie in de plaat uitgelezen. In dit optische uitleessysteem, wordt de digitale informatie verdeeld in audio-informatie en sturingsinformatie. Het decoderingssysteem zet vervolgens de digitale audiosignalen om in conventionele maar zeer accurate, audio golfvormen voor het linker- en rechterkanaal van de HiFi installatie. Tegelijkertijd regelt de sturingsinformatie het volledige servosysteem waarmee draaisnelheid, laser-spoorvolging en laser-focussering uiterst nauwkeurig worden geregeld.
De bediening en het displaysysteem zijn gekoppeld aan een zelfdenkende microprocessor. Met als resultaat een probleemloze, foutloze bediening en tevens de mogelijkheid om digitaal gecodeerde informatie over de afgespeelde muziek op een tekstscherm op de speler weer te geven.





Analoog/digitaal omvorming en omgekeerd

De omvorming van analoge in digitale signalen wordt dikwijls PCM (Puls Code Modulatie: dit is een modulatie proces dat uitgaat van omvorming van een analoog signaal in een digitale vorm door middel van codering) genoemd. De analoge golfvorm wordt periodiek bemonsterd, ofwel gemeten, met zeer korte intervallen. In de analoog/digitaal omvormer worden de gemeten waarden gekwantificeerd tot een binair getal en gecodeerd tot een reeks pulsen. Deze pulsenreeks wordt vervolgens toegevoerd aan het overbrengingssysteen (plaat, band of radio).

Aan het andere eind van het overbrengingssysteem, wordt de pulsenreeks uitgelezen en in zijn oorspronkelijke vorm weergegeven.

In de digitaal/analoog omvormer gebeurt het omgekeerde. De pulsenreeks wordt, bij het passeren van de digitaal/analoog omvormer en het laagdoorlaatfilter, opnieuw omgezet tot dezelfde continue golfvorm als die welke oorspronkelijk werd toegevoerd.

DIGITALE GELUIDSWEERGAVE

Geluid is verschil in luchtdruk, waarneembaar met het oor.

Tot dusver hebben audiosystemen altijd gewerkt volgens het analoge principe. Hierbij worden luchtdrukverschillen omgezet in elektrische signalen van wisselende spannings- of stroomsterkte.

Vervolgens worden deze signalen in analoge vorm verwerkt (opnemen en afspelen van grammofoonplaat, band, radio-uitzendingen enz.), waarna de geluidsgolven via luidsprekers kunnen worden weergegeven.

Een systeem dat weliswaar in zijn huidige vorm tot uitstekende resultaten leidt, maar dat wèl tot dicht aan de grenzen van zijn mogelijkheden genaderd is.

De golfvormen kunnen nauwelijks accurater worden weergegeven, ruis en storing kunnen tegen aanvaardbare kosten nauwelijks verder worden gereduceerd, zelfs in topklasse-apparatuur. In feite is het onmogelijk om het oorspronkelijke geluid analoog natuurgetrouw weer te geven. Factoren als niet-lineariteit en variaties in voedingsspanning en temperatuur laten onherroepelijk tijdens het opname/weergaveproces hun sporen na op de oorspronkelijke golfvorm.

Digitaal gezien echter ligt de weg naar aanzienlijke weergaveverbeteringen wijd open. Hierbij immers wordt de golfvorm met hoge snelheid periodiek afgetast. Metingen die worden omgezet in digitale getallen, ofwel in binaire code (in digitale termen heet dat „woord" of „symbool"). Deze reeks van opeenvolgende binaire getallen vormt het exacte digitale evenbeeld van de audio golfvorm. Zolang deze getallen hun intrinsieke waarde behouden, wordt de golfvorm uitgedrukt met een nauwkeurigheid die uitsluitend afhankelijk is van de aftastsnelheid en het aantal binaire cijfers. Het grote voordeel van opnemen in binaire code is, dat er slechts twee ondubbelzinnige situaties mogelijk zijn – een 0 of een 1 – vrij eenvoudig door een elektrisch circuit te vertalen in een AAN of UIT toestand. Zolang het verschil tussen beide toestanden voor een digitaal circuit waarneembaar is, zal de getallenreeks perfect worden doorgegeven.

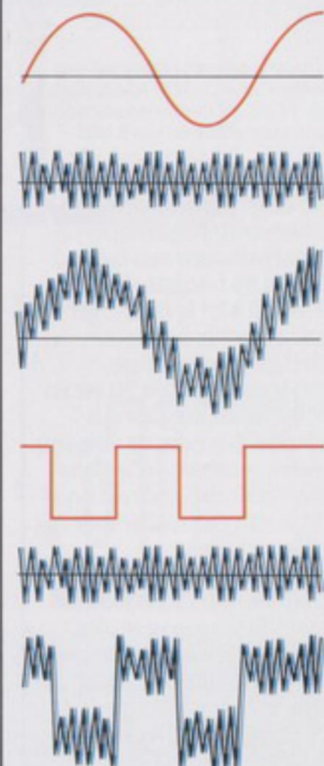
Het ruisniveau in gebruikelijke zin, kan zeer hoog liggen, maar heeft geen enkele invloed. Een eenheid in binaire code is bekend onder de naam bit (binair cijfer). Eén bit kan twee getallen uitdrukken, 0 en 1. Met twee bits stijgt dit aantal tot vier, 0, 1, 10 en 11, gelijk aan de decimale getallen 0, 1, 2 en 3. Telkens als een bit wordt toegevoegd, verdubbelt het totale aantal beschikbare getallen.

Andere voordelen van een digitaal opname- en weergavesysteem zijn de extreem lage vervorming, zowel harmonische als intermodulatie-vervorming, en de uitschakeling van jengel.

De lage vervormingswaarden zijn te danken aan de grote precisie van de analoog/digitaal en digitaal/analoog omvormers, terwijl jengel wordt geëlimineerd door een kwartsgestuurde tijdschakeling.

Omdat het digitaal gecodeerde signaal bestaat uit een opeenvolging van eindige getallen, in tegenstelling tot de continue en oneindig variabele analoge waarden, kan vrij eenvoudig extra informatie worden toegevoegd, resp. de signaalvolgorde worden gewijzigd, zonder enige beïnvloeding van de essentiële geluidsinformatie.

Via deze weg kan ook, zoals in veel geavanceerde digitale systemen, foutcorrectie worden toegepast. Deze foutcorrectie compenseert niet onbelangrijke beschadigingen op de plaat of zelfs tijdelijke onderbrekingen in de elektronische schakelingen. Tijdelijke onvolkomenheden staan een perfect resultaat niet in de weg. Want verloren gegane informatie wordt automatisch hersteld. Automatische foutcorrectiemethoden worden voor het eerst toegepast in een consumenten product: de Compact Disc. Zelfs rekenmachines maken slechts gebruik van simpele fouten („pariteits") controles.



Ruis in een analoog en een digitaal systeem
Het onderdrukken van ruis boven een bepaald niveau in een analoog systeem is nauwelijks mogelijk, omdat de ruis als het ware bovenop de gewenste informatie ligt, hetgeen in de golfvorm tot uitdrukking komt. In een digitaal systeem heeft de ruis geen invloed op de werkelijke informatie, zolang het hoge en het lage nivo kan worden onderscheiden.

Binaire getallen
Tegenover elk decimaal getal staat een gelijkwaardig binair getal. De kleinste eenheid in een binaire notatie wordt „bit" genoemd, gewoonlijk aangegeven met een 1 of een 0.

0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
enz.	enz.

CD CODERING

De 16-bits bemonsteringswoorden van het coderingssysteem dat ten grondslag ligt aan Compact Disc, hebben een zeer hoog oplossend vermogen. Elke bit immers voegt theoretisch 6 dB toe aan de signaal/ruisverhouding. Met als resultaat een dynamisch bereik, dat vele malen groter is dan bij elk ander niet-digitaal systeem.

1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1

Op deze wijze wordt een meting van een audio golfvorm uitgedrukt in 16-bits digitale vorm (één 16 bits informatiemonsterwoord is gelijk aan twee symbolen van 8 bits).

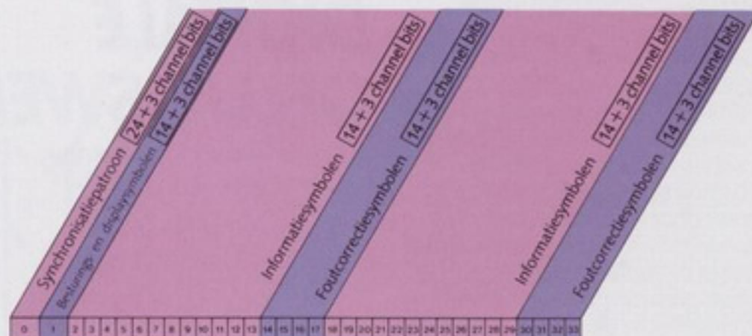
Het beschikbare frequentiegebied is in hoge mate afhankelijk van de bemonsteringsfrequentie. Deze moet minstens een factor 2 vormen van de hoogste vereiste frequentie. Bij 44,1 kHz bestrijkt de CD-bemonsteringsfrequentie royaal het gehele hoorbare frequentiegebied tussen 20 Hz en 20 kHz. De kanaalscheiding is vrijwel volledig, omdat de volgorde van meetwaarden voor het linker kanaal per definitie volstrekt onafhankelijk is van die, welke voor het rechter kanaal geldt.

Het extreem grote vermogen van de bij CD toegepaste CIRC (Cross Interleave Reed Solomon Code) corrigeert probleemloos alle drop-outs. In theorie worden hiermee foutenreeksen gecorrigeerd tot ongeveer 4.000 bits, vergelijkbaar met een spoorlengte van plm. 2,5 mm op de plaat. Via interpolatie worden hiermee zelfs foutenreeksen gemaskeerd tot plm. 12.300 bits, vergelijkbaar met een spoorlengte van om en nabij 7,7 mm op de plaat. Een gegeven van vitaal belang, dat binnen het CD-systeem een vrij grote tolerantiemarge toelaat. Niet alleen bij de fabricage van de platen zelf, maar ook ten aanzien van o.a. krasjes, stofdeeltjes en vingerafdrukken, die onvermijdelijk zijn bij herhaald gebruik.

Andere informatie, die kan worden toegevoegd, heeft betrekking op synchronisatie en spoorvolging, zoeksystemen (waaronder begrepen willekeurige spoorkeuze) en speciale codes voor visuele weergave van aanvullende informatie als titels, naam componist, partituur of tekst.

Als drager van deze karakteristieke eigenschappen fungeert een informatiestroom, die in een aantal hoofdgroepen wordt opgesplitst, frames genaamd. Elk frame bevat dan ook:

- een synchronisatiepatroon
- een 8-bits besturings- en displaysymbool
- 12 informatiesymbolen, van elk 16 bits
- 4 foutcorrectie („pariteits") symbolen van elk 16 bits



Eén symbool van 14 channel bits na modu latie is gelijk aan een symbool bits vóór modulatie

Informatiestroom na EFM modulatie. Een frame (588 channel bits)

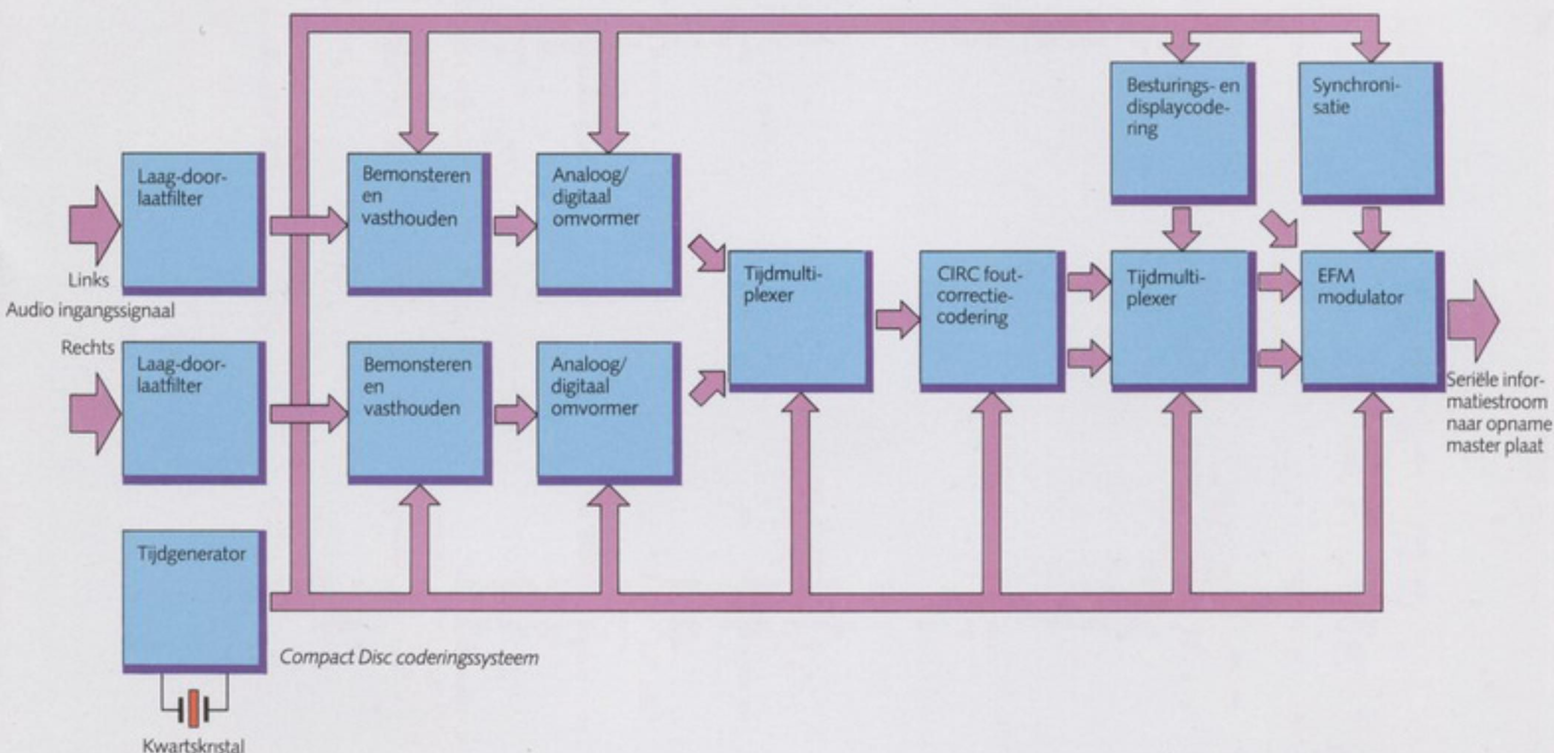
De opeenvolging van informatiesymbolen vertegenwoordigt afwisselend de beide (stereo) kanalen. Elk informatie- en correctiesymbool van 16 bits wordt gesplitst in twee symbolen van elk 8 bits, eenvoudig te verwerken door alle gestandaardiseerde digitale elektronische circuits.

De oorspronkelijke informatiestroom wordt echter omgezet in een enigszins ingewikkelder code via een procédé, dat onder de naam (EFM (eight-to-fourteen modulation) bekend is. Hierdoor wordt een exacte tijduitlezing bereikt, de informatie dichtheid vergroot met gelijktijdige vermindering van uitleesinterferentie tussen sporen en worden tevens die laag-frequentie signaalcomponenten geëlimineerd, die ontregelend kunnen werken op de servosystemen van de speler.

Compact Disc oppervlak, 12.500 maal vergroot



Afbeelding Compact Disc op ware grootte



Compact Disc coderingssysteem

Tijdens deze procedure worden extra bits toegevoegd om 8 bits symbolen in 14 bits symbolen om te zetten. Tenslotte worden alle symbolen en het synchronisatie patroon uitgebreid met drie extra koppel bits teneinde de laag-frequent-onderdrukking te verhogen. Als basiseenheid van de informatiestroom geldt de channel-bit, waarbij elk frame 588 channel-bits bevat:

- een synchronisatiepatroon van 24 + 3 channel bits
- een besturings- en display-symbool van (14 + 3) ch. bits
- twee blokken van 12 audio-symbolen van 2 x 12 x (14 + 3) channel-bits
- 2 blokken van 4 pariteits symbolen van 2 x 4 x (14 + 3) channel bits.

COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO

1,6 µm





Philips CD100 Compact Disc speler, 320 mm breed



Philips CD200 Compact Disc speler, 420 mm breed

PHILIPS COMPACT DISC DIGITAL AUD

COMPACT disc DIGITAL AUDIO



Philips CD300 Compact Disc speler, 420 mm breed



Philips Compact Disc speler uitgevoerd als HiFi-Componentenmodel, 420 mm breed

IO: DE NIEUWE WERELDSTANDAARD

PHILIPS



OPTISCHE UITLEZING

Naast digitale registratie van analoge audiosignalen introduceert Compact Disc Digital Audio nog een andere belangrijke techniek, en wel optische uitlezing via een laserstraal.

Het woord laser is een afkorting van „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (Versterking van licht door gestimuleerde emissie van straling): een zeer speciale lichtbron, die sterk geconcentreerd licht uitzendt. Een vinding waarvoor wetenschap en industrie al veel specifieke toepassingen hebben ontwikkeld.

De Compact Disc laser wordt gevormd door een aluminium-galliumarsenide halfgeleidereenheid van bescheiden afmetingen, waarin onzichtbaar infrarood licht wordt opgewekt. Deze laser levert de ultrascherpe focussering op, die het mogelijk maakt een digitaal spoor uit te lezen van microscopisch kleine nokjes (0,5 μm breed, 0,1 μm hoog en tussen 1 tot 3 μm lang), bij een spoorafstand van slechts 1,6 μm. De punt van deze laserstraal heeft namelijk een diameter van zelfs minder dan 1 μm (gemeten tussen de half-intensiteitspunten).

De laserstraal wordt door het optische systeem via de transparante beschermlaag op het digitale spoor op de plaat gericht. De laserunit is bevestigd op een servogestuurde arm, die zich radiaal van het midden naar de buitenzijde van de plaat beweegt. Een tweede servosturing regelt de positie van



Radiaal spoorvolgingssysteem.

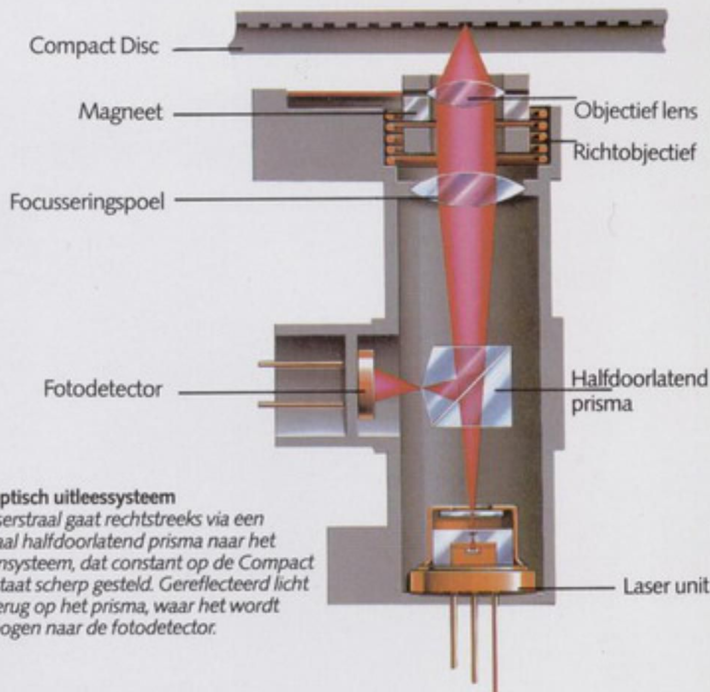
Laserstraal-opneemelement.



het objectief, zodat optimale focussering onder alle omstandigheden gewaarborgd is, zelfs bij niet-vlakke platen of welke andere ongelijkmatigheden tijdens het draaien van de plaat dan ook.

De opname is op de plaat vastgelegd in de vorm van een spiraalvormig patroon van putjes, door de laserstraal gezien als nokjes, aangebracht in een hoog-reflecterend oppervlak.

Als de lichtstraal op een vlak gedeelte valt, wordt hij teruggekaatst via dezelfde weg als waarlangs hij kwam. In deze baan staat echter een halfdoorlatend prisma opgesteld. Onderweg naar de



CD Optisch uitleessysteem
De laserstraal gaat rechtstreeks via een speciaal halfdoorlatend prisma naar het lenzensysteem, dat constant op de Compact Disc staat scherp gesteld. Gereflecteerd licht valt terug op het prisma, waar het wordt afgebogen naar de fotodetector.



Laserdiode

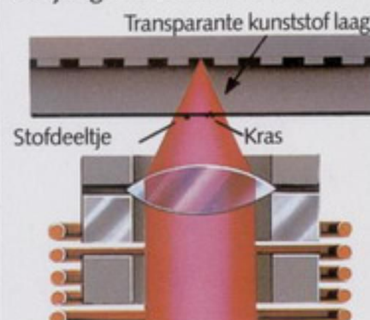
plaat wordt 50% van het uitgezonden licht doorgelaten. Op de terugweg wordt 25% afgebogen van de oorspronkelijke baan en doorgegeven naar een fotodiodematrix. Daarmee wordt voorkomen dat enig licht van de laser rechtstreeks in de fotodiodematrix valt.

Wanneer echter de lichtstraal op een nokje valt, dan wordt hij verstrooid. Zeer weinig licht keert dan terug naar het halfdoorlatend prisma en de fotodetector. De opeenvolging van vlakjes en nokjes op het opgenomen spoor, produceert dan ook een opeenvoling van „aan" en „uit" pulsen in de fotodetector, waardoor een informatiestroom van channel bits in de elektronica van de speler wordt opgewekt. In het geval dat het lichtvlekje op de plaat de neiging vertoont van het juiste spoor af te wijken, komt de gereflecteerde straal uit azimuthpositie te staan; hierdoor wordt een correctiesignaal geactiveerd waardoor de onbalans wordt opgeheven.

Omdat het uitlezen puur optisch geschiedt, is de slijtage van de plaat door de laser pick-up niet groter dan de slijtage aan deze pagina veroorzaakt door het lezen.

Het reflecterende oppervlak van de CD-plaat is bovendien afgedekt met een doorzichtige kunststof laag, die permanente bescherming biedt.

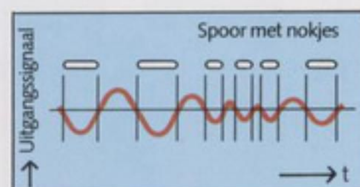
Krassen, stof en vuil op het transparante oppervlak van de plaat hebben weinig effect. Door de zeer grote openingshoek van het objectief blijven onregelmatigheden ver buiten het eigenlijke brandpunt. Alleen relatief grote afwijkingen worden door de foto-



Stofdeeltjes en krassen bevinden zich op het plaatoppervlak, buiten het brandpunt van de laserstraal. Omdat de afbuigingshoek groot is, zijn deeltjes en krassen relatief klein ten opzichte van het raakpunt op het plaatoppervlak en hebben daardoor nauwelijks effect op de intensiteit van het gereflecteerde licht.

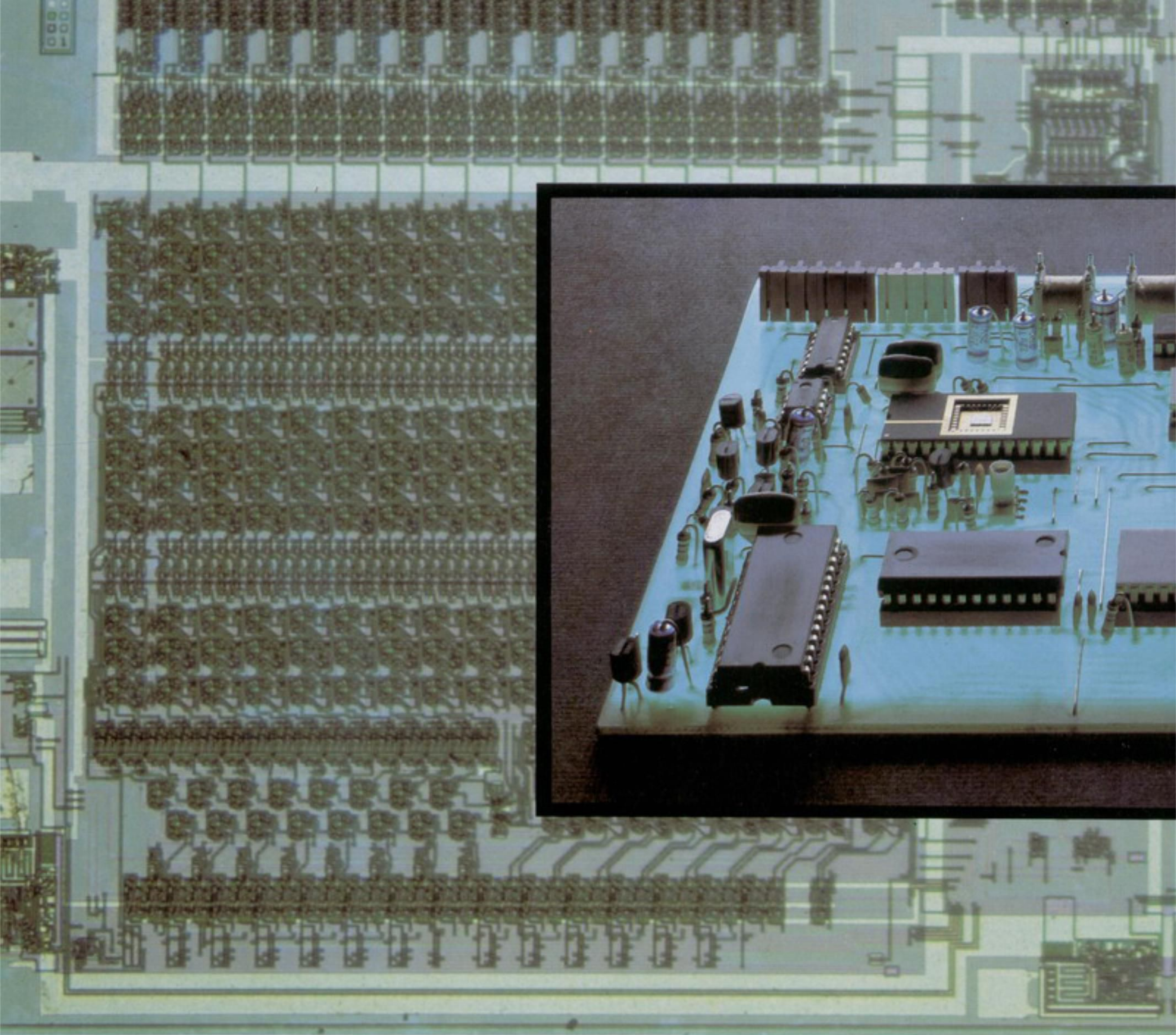
detector waargenomen. Bovendien wordt de mogelijkheid om ernstige optische storing door stof of beschadigingen te elimineren belangrijk verruimd door aanwezigheid van het CIRC foutcorrectiesysteem.

Het optische uitleessysteem van Compact Disc waarborgt een uitleesnauwkeurigheid van hooggeconcentreerde digitale informatie, die voor geen enkel mechanisch systeem ooit zou zijn weggelegd.



Hoogfrequent signaal van de fotodetector

COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO



CD DECODERING

Het signaal dat door de fotodetector wordt opgevangen is een framevormige informatiestroom, waarvan een groot deel uit informatie in EFM-formaat bestaat. De eerste decoderingsfase bestaat uit het regenereren van de tijdklok en de detectie van de 8-bits signalen uit het EFM-signaal. Daartoe wordt het synchronisatiepatroon gescheiden van de besturings-, display en audio-informatie.

Door exacte tijdsbepaling worden met name geringe tijdsverschillen (jitter) in de informatiestroom geëlimineerd, als gevolg van bij voorbeeld geringe afwijkingen in de draaisnelheid van de plaat.

Tijdens de tweede decoderingsfase worden de foutcorrectie en interpolatie van de informatiesymbolen uitgevoerd.

In de derde fase wordt de informatie voor linker en rechter kanaal gesplitst en afzonderlijk in analoge signalen omgezet, die rechtstreeks aan de stereo-stuurversterker kunnen worden aangeboden.

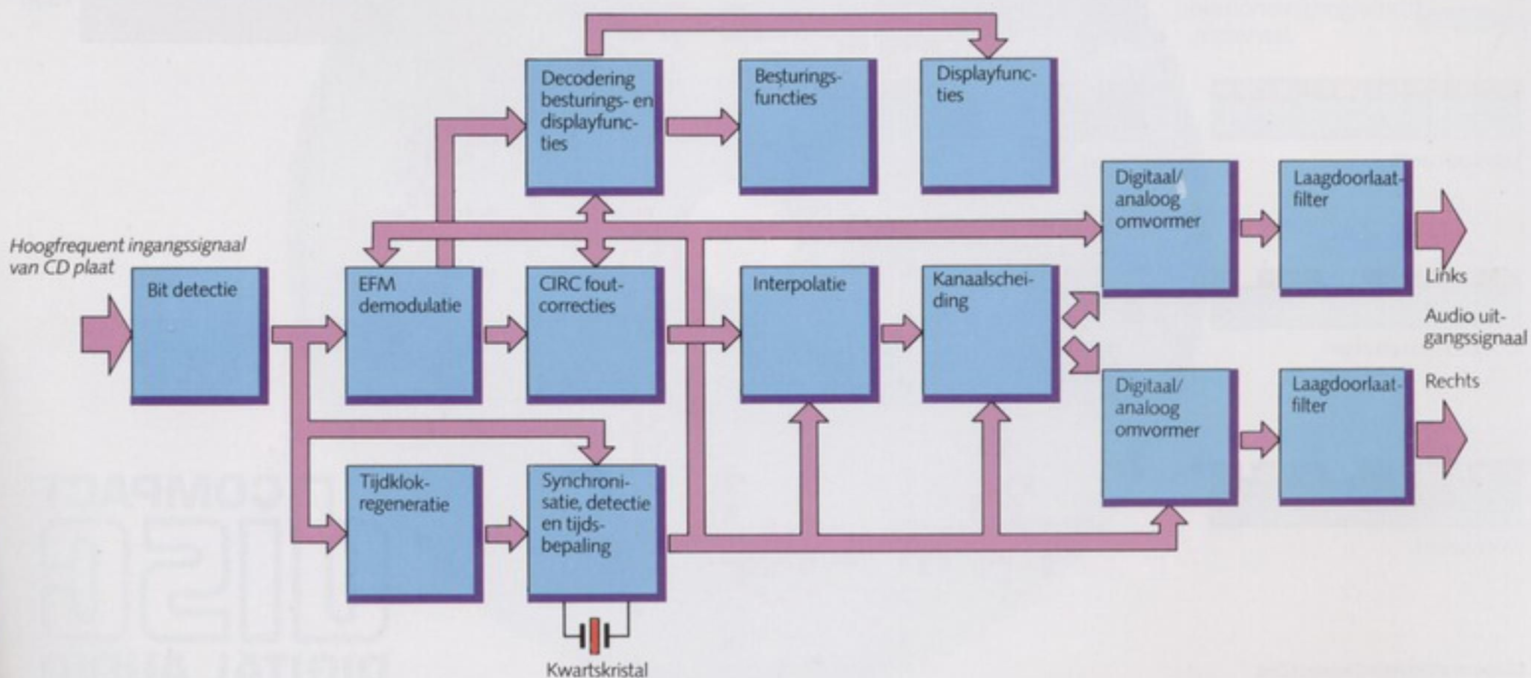
Inmiddels wordt het uit de plaat afgeleide tijdsignaal vergeleken met een referentiefrequentie, afkomstig van een kwartsgestuurde oscillator. Elke afwijking wordt ogenblikkelijk gecorrigeerd door een correctiesignaal aan het stuursysteem, dat de draaitafelmotor controleert.

Dit servosysteem, samen met de exacte tijdsbepaling van de informatiestroom, sluit elke vorm van hoorbare jengel volledig uit.

Het is duidelijk dat elk signaal, alvorens het wordt omgezet in analoge vorm, in digitale vorm wordt onderworpen aan een veelvoud van bewerkingen.

Deze digitale bewerking bestaat uitsluitend uit schakelhandelingen met de noodzakelijke tijd- en synchronisatieelementen. De Compact Disc speler, met 588 channel bits per frame en een kanaal bitstroom van ruim 4 mln bits per seconde, vereist duizenden traagheidsloze schakelcircuits om naar behoeven te functioneren. Eerst de zeer recente ontwikkeling van zulke schakelcircuits in de vorm van compacte, economisch interessante LSI's (Large Scale Integrated Circuits) heeft de praktische verwezenlijking van Compact Disc Digital Audio mogelijk gemaakt.

Het CD decoderingscircuit hier afgebeeld tegen de achtergrond van een sterk vergroot LSI.



Compact Disc decoderingssysteem

DE COMPACT DISC

De Compact Disc heeft een speelduurmogelijkheid tot maximaal 60 minuten. Meer dus dan de gebruikelijke elpee. Het programmamateriaal is in zijn geheel op één zijde van de plaat vastgelegd. Omdraaien tijdens afspelen is dus overbodig.

De doorsnee van de Compact Disc is 120 mm. De informatie, in de vorm van ingeperste putjes, is met zeer hoge dichtheid ingeschreven. De informatiedichtheid is plm. 50 tot 100 maal groter dan op een conventionele langspeelplaat. Het aftasten van de bedoelde informatie geschiedt bij een constante lineaire snelheid van 1,3 meter per seconde. Dit betekent dat de draaisnelheid van de plaat geleidelijk afneemt van 500 tot 200 omwentelingen per seconde, waarbij de laser pickup-arm van het midden uit naar de buitenzijde van de plaat beweegt.

Het informatiespoor ligt beschermd tussen de transparante kunststof plaat en de beschermlaag ingebed. De laserstraal „kijkt" door de beschermlaag heen en leest aldus de informatie uit, die op de daarachter liggende hoogreflecterende laag is ingeschreven. In tegenstelling tot elk ander bronmateriaal is het verschijnsel slijtage, in welke vorm dan ook, op Compact Disc niet van toepassing. Evenmin is er sprake van kwaliteitsvermindering door gebruik, bewaren of ouderdom.

CD FABRICAGE

Evenals de conventionele grammofoonplaat wordt de Compact Disc geperst via compressie- of injectiemoulding techniek. De plaat doorloopt dezelfde fasen van pre-mastering, mastering en vermenigvuldiging. Het produktieproces als zodanig echter wijkt in veel opzichten sterk af, omdat het technologische niveau van het eindprodukt vele malen hoger ligt. Diverse produktiefasen verlopen in stofvrije ruimten.

PROGRAMMA-PRODUKTIE EN TAPE MASTERING

Het kopiëren van bestaand programmamateriaal op Compact Disc betekent een belangrijke verbetering van de geluidskwaliteit. De indrukwekkende mogelijkheden van het nieuwe systeem komen echter eerst goed tot hun recht bij gebruikmaking van nieuwe digitale opnamen. Met name ruis en vervorming kunnen hierbij tot een nauwelijks meetbaar niveau worden gebracht.

In deze zin betekent tape mastering: de produktie van een digitale mastertape (Production Master), die alle audio informatie bevat (op de gebruikelijke wijze verwerkt).

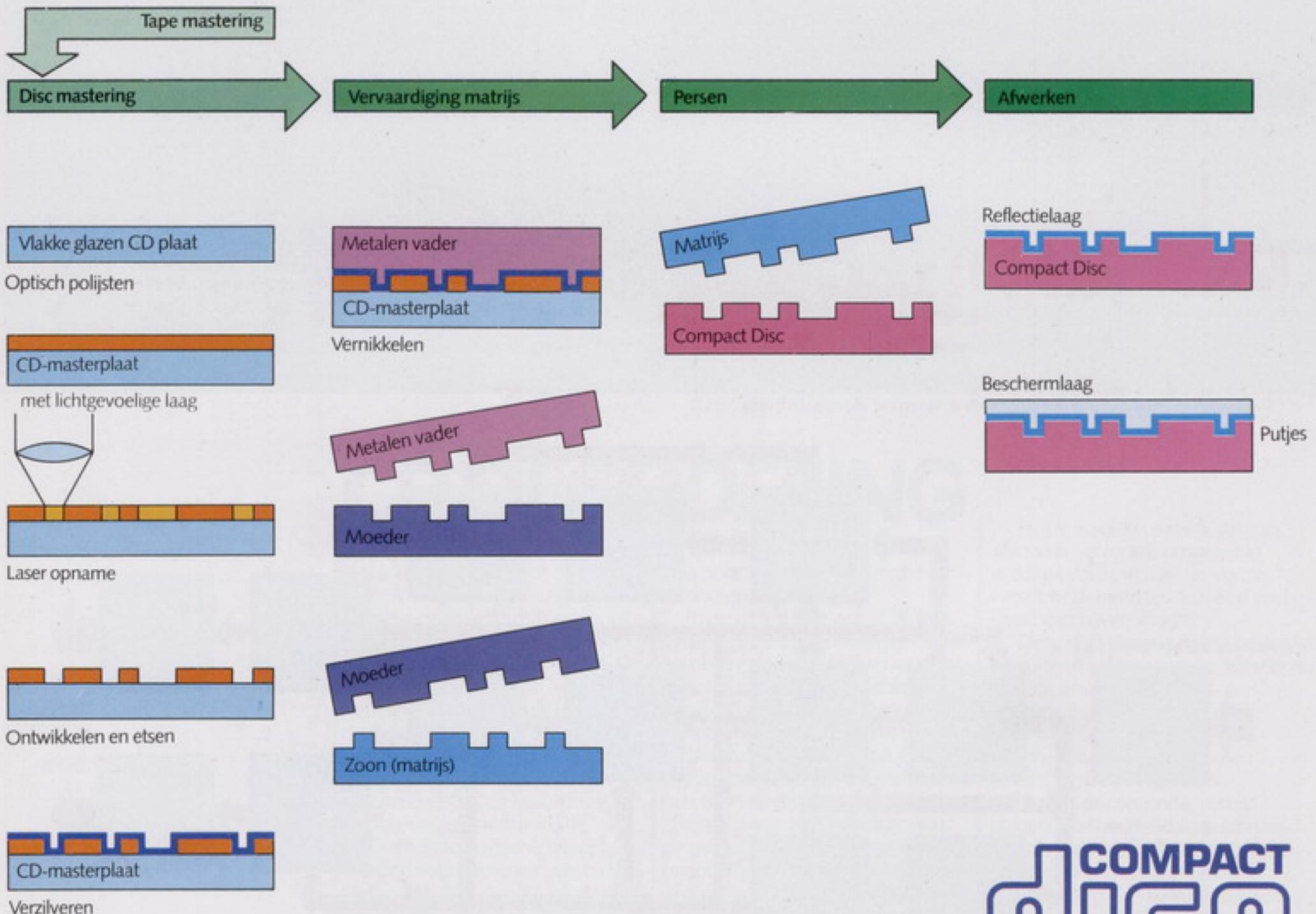


Diagram produktie Compact Disc

Naarmate in de voorbereidende fasen meer digitale apparatuur wordt toegepast, des te geringer zullen de kwaliteitsverliezen zijn ten gevolge van digitaal/analoog omvorming en omgekeerd.

De originele masterband (Production Master) wordt tevens voorzien van alle addi-tionele informatie voor besturings- en displayfuncties.

De digitale opname op de z.g. CD Tape Master kan in elk stadium nauwkeurig worden gecontroleerd en nauwgezet worden overgebracht op de master plaat (CD Disc Master).

DISC MASTERING

De audio-opname plus uiteraard de subcodering van de additionele informatie moeten worden gecodeerd volgens de karakteristieke CD frame-opbouw, inclusief synchronisatie en foutcorrectie. De informatie van de originele goedgekeurde CD Master Tape wordt nu via het disc mastering procédé overgedragen op de CD Master Disc. Een glazen plaat, optisch zuiver vlak geslepen, gepolijst en perfect schoon, wordt nu bedekt met een 0,1 μm dunne lichtgevoelige laag, uiterst gelijkmatig verdeeld met behulp van een speciale centrifugeertechniek.

Deze plaat vormt de Resist Master Disc (vergelijkbaar met een fotografische film) voor de opnameprocedure.

De gecodeerde digitale informatie wordt overgedragen met behulp van CD Disc Master opname-apparatuur. De zeer krachtige opnamelaser, gestuurd door het signaal van de CD Master Tape, schrijft een patroon van lichtstippen op de gevoelige laag. De belichte plaatsen worden hierna ontwikkeld en weggeëtst om het putjespatroon zichtbaar te maken. Na verzilveren ontstaat de CD Master Disc, compleet met de definitieve putjesstructuur die kenmerkend is voor elke Compact Disc.

In dit stadium kan de CD Master Disc worden overgedragen aan de produktie-afdelingen voor fabricage van Compact Disc platen op grote schaal.



FABRICAGE MATRIJZEN

In de genoemde produktie-afdeling wordt de verzilverde CD Master Disc in een elektrolytisch bad voorzien van een laag nikkel. Na verwijderen van de CD Master Disc ontstaat een metalen „negatief", ook wel „Vader" genoemd. Dit vormt het uitgangspunt voor de verdere vermenigvuldiging. De metalen „Vader" kan inderdaad worden gebruikt als matrijs voor de persing van Compact Disc platen; uitsluitend echter voor beperkte oplagen. De normale gang van zaken is, dat van de „Vader" een of meer positieven („Moeders") worden gemaakt. Hiervan worden, eveneens elektrolytisch, weer een aantal „zoons" of matrijzen vervaardigd. Het zijn deze matrijzen waarmee tenslotte de digitale informatie in de vorm van de karakteristieke putjesstructuur op de Compact Disc platen worden overgedragen.

PERSEN EN AFWERKEN

Compact Disc platen worden evenals conventionele grammofoonplaten geperst via compressie- of injectiemoulding technieken. Het oppervlak met de informatiestructuur wordt afgedekt met een microscopisch dunne laag aluminium, die als reflectielaag fungeert. Vervolgens wordt deze kwetsbare, spiegelende laag afgedekt met een beschermende laklaag, waarop het label wordt aangebracht. Tenslotte wordt de plaat nauwkeurig gecentreerd, waarna tevens het middengat wordt uitgestanst.

Elke digitale CD plaat, die de eindcontrole met succes passeert, staat borg voor een geluidskwaliteit van absolute topklasse, die in niets te onderscheiden is van de oorspronkelijke CD Master Tape.

De afgewerkte plaat wordt verpakt in een cassette die makkelijk is te hanteren en op te bergen, en die bovendien is voorzien van de nodige informatie over het opgenomen programmamateriaal.



TECHNISCHE GEGEVENS COMPACT DISC SYSTEEM

Audiospecificaties	
Aantal kanalen	2
Frequentiegebied	20-20.000 Hz
Dynamisch bereik	> 90 dB
Signaal/ruisverhouding	> 90 dB
Kanaalscheiding	> 90 dB
T.H.D. (incl. ruis)	< 0,005%
Jengel	kwartskristal precisie
Signaalopbouw	
Bemonsteringsfrequentie	44,1 kHz
Kwantificering	16 bits lineair/kanaal
Audio bit stroom	1.4112 Mbit/s
Bitvoorstelling	2's complement
Foutcorrectiesysteem	Cross Interleave Reed Solomon Code (CIRC) [1]
Modulatiesysteem	8/14 modulatie (EFM) [2]
Kanaal bit stroom	4.3218 Mbit/s
Pre-emphasis	geen of 50/15 μ/s [3]
Frame-opbouw	
2 x 6 audio monsters	24 audio symbolen van 8 bits
Foutcorrectie informatie	8 pariteitssymbolen van 8 bits

Besturings- en display informatie	1 symbool van 8 bits
Frame vóór modulatie	33 symbolen van 8 bits
Frame na modulatie (EFM) (33 symbolen van 14 bits)	462 channel bits
Voor koppeling en laag frequentonderdrukking (3 bits per symbool van 14 bits)	99 channel bits
Synchronisatiepatroon incl. 3 bits voor koppeling en laag frequentonderdrukking	27 channel bits
Frame totaal	588 channel bits

Plaat	
Diameter	120 mm
Dikte	1,2 mm
Diameter middengat	15 mm
Startdiameter programmagedeelte	50 mm
Maximum diameter programmagedeelte	116 mm

Draairichting gezien vanuit leesrichting	linksdraaiend
Aftastsnelheid	1,2-1,4 m/s
Draaisnelheid	500-200 o.p.m.
Max. speelduur	60 min. stereo
Spoorafstand	1,6 μm
Materiaal	kunststof
Optisch uitleeselement (laser)	
Golflengte van AlGaAs laser	0,78 μm
Numerieke opening	0,45
Diepte brandpunt	ca. 2 μm
Diameter laserstraal op plaatoppervlak	ca. 1,0 μm

[1] CIRC: nieuwe foutcorrectiecode effectief tegen krassen, met hoge correctie-capaciteit voor geïsoleerde individuele fouten en hoge ongevoeligheid voor niet detecteerbare fouten.

[2] EFM: nieuwe modulatiemethode ter verhoging van informatiedichtheid, geschikt voor toepassing in optische stuursystemen.

[3] Naar keuze: automatisch schakelen van de speler is voorzien.

PHILIPS COMPACT DISC DIGITAL AUDIO DE NIEUWE WERELDSTANDAARD

Hieronder enige van de vele labels die uitkomen met Compact Disc platen. Meer dan 200 titels, variërend van sublieme klassieke produkties tot de grote namen op popgebied, zullen eind 1982 beschikbaar zijn. Een keus die in de loop van 1983 nog eens met 300 tot 400 titels zal worden uitgebreid.

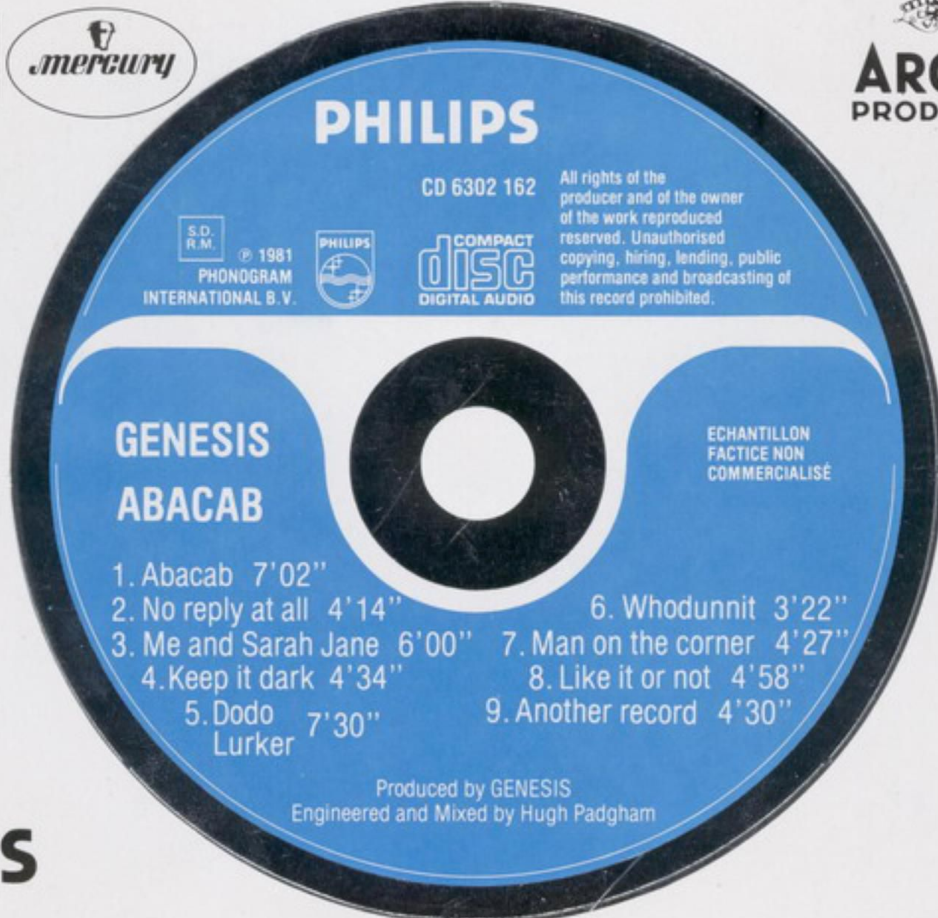






















PHILIPS



Printed in the Netherlands

3122.115.83331